宇宙の花火
爆発現象に満ちた宇宙

寺澤敏夫
理化学研究所
今年3月まで：東京大学宇宙線研究所(柏)

「爆発」とは何か、その意味を調べると、『爆（突然に）+発（発生する）こと』とあります。これは非常に一般的な概念ですが、ここではもう少し絞って、「突然に起こる宇宙のエネルギー解放現象」についてお話ししたいと思います。例えば、太陽面爆発（太陽フレア）、超新星爆発、銀河中心核ジェット、ガンマ線バーストなどが挙げらるでしょう。爆発の中心付近では温度・圧力が周囲に比べ非常に大きくなるため、中心から周囲に向かって爆風が噴き出し、その速度は、秒速数千キロメートルから数万キロメートル、ときには秒速30万キロメートルという光速に近い速度に達します。爆風の先端には衝撃波が形成され、周辺環境に多大な影響を与えることになります。この講演では、最近の研究で明らかにされてきた宇宙での衝撃波の役割について、特に宇宙線などの高エネルギー粒子がつくられる過程に重点をおいてお話ししたいと思います。Tt

内容

爆発とは？

爆発には衝撃波が伴う

ロシアに落下した小天体の爆発：隕石に伴う衝撃波発生

日常的な衝撃波の例…海の波浪崩壊

太陽面爆発で発生した爆風・衝撃波→太陽宇宙線粒子生成（1億電子ボルト）

人工加速器LHC（最大14兆電子ボルト）とのエネルギー比較

超新星爆発による衝撃波→宇宙線粒子生成（1000兆電子ボルト）

オリオン座ベテルギウスが100万年以内に超新星爆発

さまざまな粒子のエネルギーのまとめ

宇宙線粒子の「エネルギースペクトル」（べき型スペクトル）の理解

→給与所得分布をグラフに描いてみる

1垓電子ボルトを超える最高エネルギー宇宙線粒子の謎

最高エネルギー宇宙線粒子の起源天体候補

ガンマ線バーストの例

白鳥座電波源A（距離7億3千万光年)の例

…銀河中心のブラックホールからの高速ジェットの作る衝撃波

…白鳥座電波源Aの衝撃波を天空に投影したら？

花火：火薬に点火、急激な燃焼

↓

化学エネルギーの急激な解放

＝爆発

爆発現象において解放される

エネルギーの起源はさまざま

化学エネルギー、原子核エネルギー、

重力エネルギー、磁場エネルギー

↓

爆風の発生

爆風の先端には衝撃波が形成される

多くの天体現象において爆風、

衝撃波の形成が見られる

天体爆発について語ること

≡　天体衝撃波について語ること

大気に突入した小天体（＝隕石）の爆発

2013/2/16
朝日新聞より

朝日新聞
2月16日
土曜日
夕刊

隕石被害額12億円

ロシア 負傷者1200人 3000棟損傷

衝撃波「熱さえ感じた」

通貨安競争に新興国懸念

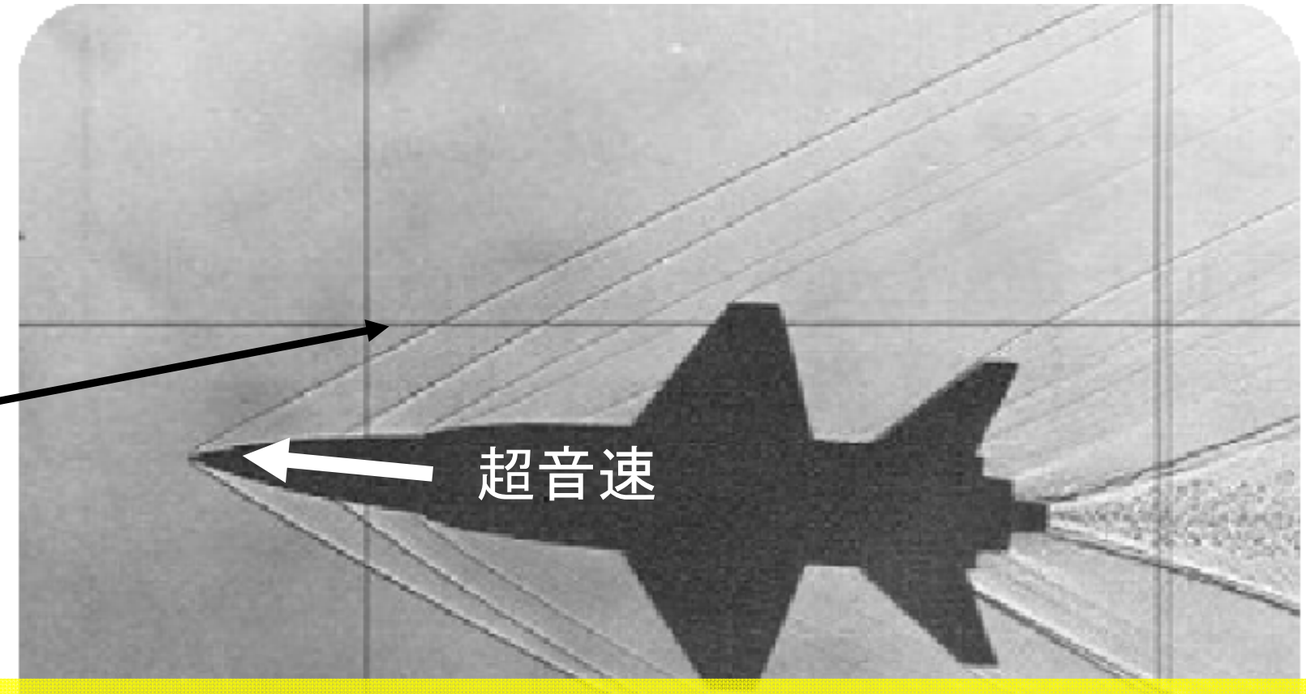
本屋大賞
ノミネート!!
世界から猫が消えたなら
20人が受賞!!

超音速飛行物体の前面　→　衝撃波の形成

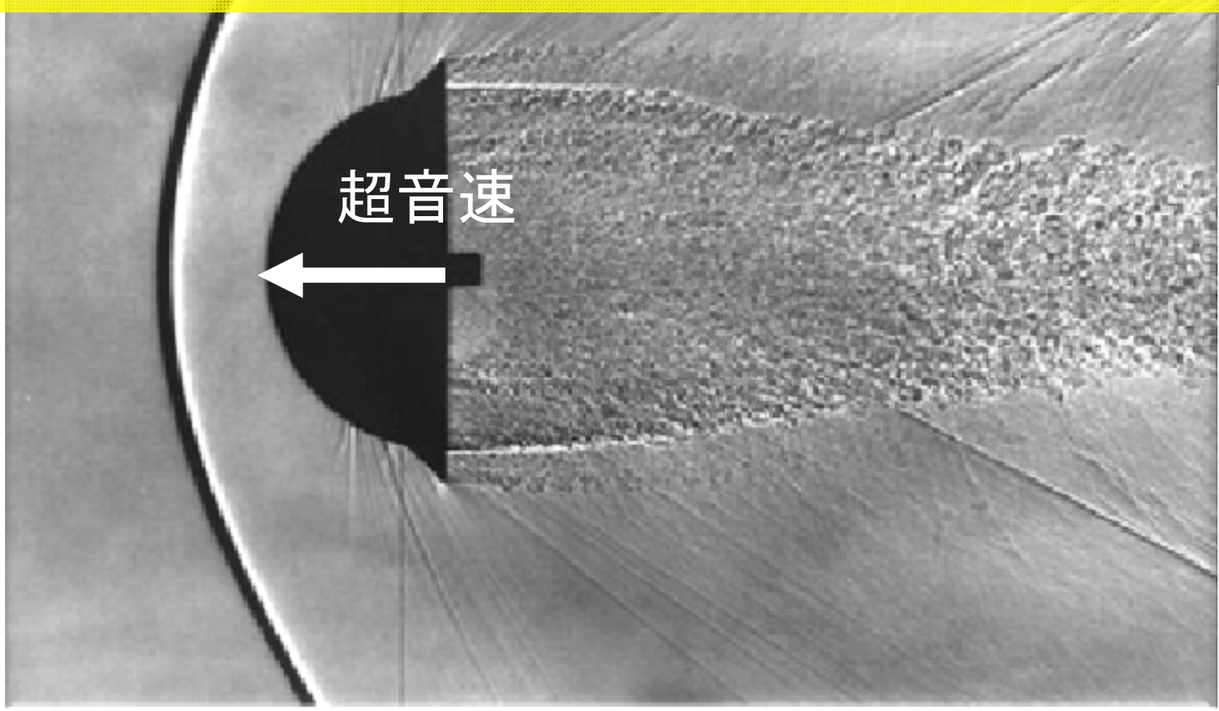
超音速風洞実験

超音速の風を作って物体に当てることで、
物体の動きと同じ効果を得ています。

衝撃波
大気を圧縮・加熱



これらの図では特殊な装置により衝撃波が目に見えるように（可視化）されています。もっと容易に見ることができる衝撃波はないでしょうか？

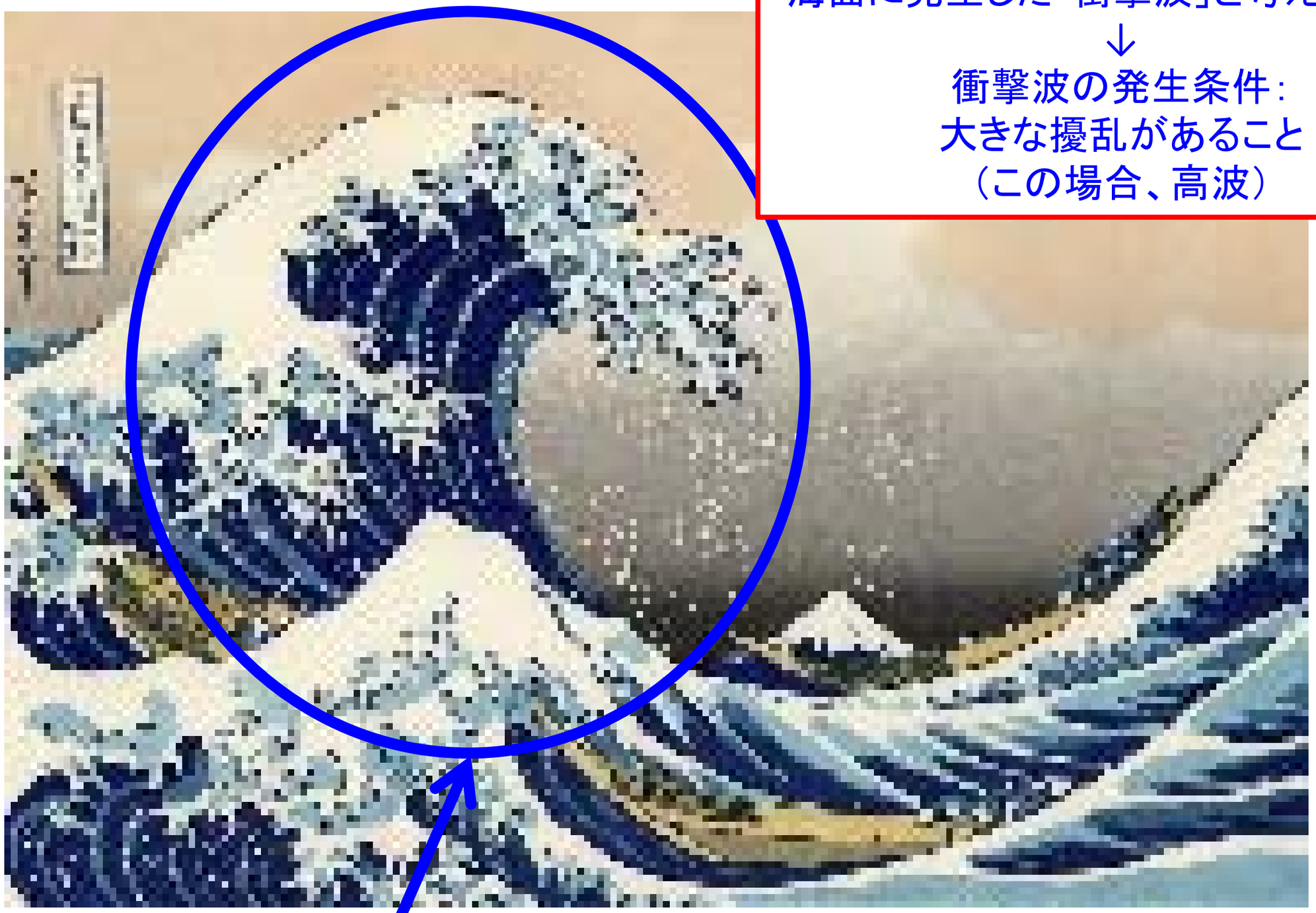


衝撃波により、大気は圧縮・加熱
(空力加熱）され高温になる

可視化された衝撃波？　…Yes!

葛飾北斎　神奈川沖波裏

海面に発生した「衝撃波」と考えてよい。
↓
衝撃波の発生条件：
大きな擾乱があること
（この場合、高波）



海面がオーバーハングし、崩落を始める